

SAIMAAN AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikka Lappeenranta
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Rakennesuunnittelu

Timo Suhonen

URAKOITSIJAN ARCHICAD- TIETOMALLINTAMINEN

Opinnäytetyö 2011

TIIVISTELMÄ

Timo Suhonen

Urakoitsijan ArchiCAD-tietomallintaminen, 29 sivua

Saimaan ammattikorkeakoulu, Lappeenranta

Tekniikan yksikkö, Rakennustekniikan koulutusohjelma

Rakennesuunnittelun suuntautumisvaihtoehto

Opinnäytetyö 2011

Ohjaajat: lehtori Timo Lehtoviita, rakennusinsinööri Mikko Seppä SKANSKA

Talonrakennus Oy

Opinnäytetyön aiheena oli tehdä tietomallit ArchiCAD-mallinnusohjelmalla Lappeenrannan satamassa sijaitsevasta Skanskan kerrostalotyömaasta. Kohteen nimi on As Oy Kuunari. Siihen lukeutuu kaksi kolmikerroksista kerrostaloa. Työn tarkoituksena oli selvittää kohteen rakennusten mallintamiseen kuluva aikaa, koska SKANSKA Talonrakennus Oy halusi tutkia, kannattaako kohteita ylipäättänsä mallintaa itse urakoitsijan toimesta vai kannattaako kohteen tietomallintus teettää suunnittelijalla. Työssä vertailtiin tietomallista tuotetun määrälaskennan lukuja perinteisesti käsin piirustuksista mittaamalla laskettuihin määriin, vertailtiin tietomallin määrälaskentatulosten tuottamistapaa käsin laskentaan ja pohdittiin tietomallintamisen tuomia etuja työmaan tuotantoa ajatellen. Mallintaminen tehtiin käytännössä kohteesta laadittujen valmiiden pohja-, rakenne-, leikkaus-, taso-, julkisivu- ja asemapiirustuksien avulla.

Kohteen mallintamiseen kului aikaa yhteensä 110 h. Tämä on työhön kulunut kokonaisaika, johon sisältyy piirustusten tutkiminen ja itse mallintaminen. Rakennukset ovat kooltaan melko samanlaiset, joten voidaan arvioida yhteen taloon kuluneen aikaa 55 h. Yhteen taloon kulunut mallinnusaika veisi siis noin 1½ työviikkoa, joten molempien talojen mallinnukseen kuluisi yhteensä noin 3 viikkoa. Aikaa pohdittaessa tultiin siihen tulokseen, että tällä hetkellä on vielä tarpeellisempaa pysyä mallintavassa arkkitehdissä, kuin että malleja ryhdyttäisiin tuottamaan itse tuleviin kohteisiin.

Mallista saatuja määrälaskelmia vertailtiin piirustuksista käsin laskettuihin määriin. Molemmista saadut tulokset ovat melko lähellä toisiaan. Suurin ja hälyttävän ero havaittiin ontelolaattojen määrissä. Piirustuksista lasketuissa ontelolaattamäärissä oli noin 160 m² ylimääräistä. Mallin ontelolaattakentät oli tehty rakennekuvien mukaan ja näin ollen tulos oli luotettavampi.

Tuotantovaiheen määrälaskennassa mallista oli suurta hyötyä ja se tuotti selkeää ajansäästöä, koska tieto löytyy mallista hyvin nopeasti. Malli vähentää myös työnjohtajan käytännön työn ohjausta, koska tilannetta pääsee tutkimaan ja havainnollistamaan visuaalisesti.

Avainsanat: tietomalli, mallinnus, määrälaskenta

ABSTRACT

Timo Suhonen

Contractor's ArchiCAD - building information modeling, 29 pages

Saimaa University of Applied Sciences, Lappeenranta

Technology, Degree programme of Civil and Construction engineering

Final Year Project 2011

Instructors: Lecturer Timo Lehtoviita Saimaa University of Applied Sciences,
Engineer Mikko Seppä SKANSKA Co.

The purpose of this final year project was to make building information models at SKANSKA's construction site located in the harbor of Lappeenranta, using ArchiCAD modeling program. The name of this object is Real estate Co. Kuunari, which includes two pieces of three storey high-rises. The project goal was to find out how long it would take to create building information models of these two high-rises, because SKANSKA was considering the possibility of creating own building information models, instead of having this made by an architect, in SKANSKA's construction projects. Having amount details of construction materials from the models, they were compared to amount details, which were calculated traditionally from the sketches. A method of calculating was compared between the models and by traditional way. It was also discovered what benefits the building information model would bring for the construction site while using it during production. Sketches of the architect and structure designer were used to create this building information model.

It took 110 hours to complete modeling. This is the total amount of modeling time and it includes studying sketches and modeling. Buildings are relatively same comparing sizes, so 55 hours were spent in modeling one building. So it would take about 1½ labor weeks to create one building information model of one building and would take about 3 weeks to complete modeling for both buildings. Considering the time, it was settled, that it would still be more necessary to have a modeling architect in the project than start creating own building information models.

The amount details of construction materials were compared between the building information model and traditional calculations and the results were rather close to each other. The largest and the most disturbing difference was noticed in square meters of cavity slabs. There was about 160m² of extra cavity slabs calculated by the traditional way. Cavity slab field was created in building information model according to the structure designer, so that result was more reliable

Calculating amount details from the model during production turned out to be very time saving, because information can be found in the model very quickly. The model also reduces time of standard operating procedure of supervising, allowing to observe the building and any details of it visually.

Keywords: building information model, create a model, amount details

SISÄLTÖ

KÄSITTEET.....	5
1 JOHDANTO.....	6
2 KOHTEEN MALLINTAMINEN.....	8
3 MALLIN JALOSTAMINEN.....	17
4 MALLIN KÄYTTÄMINEN TYÖMAAOLOSUHTEISSA.....	20
5 PÄÄTELMÄT.....	21
6 POHDINTAA.....	26
KUVAT.....	28
KAAVIOT.....	28
LÄHTEET.....	29

KÄSITTEET

Tietomalli

Tietomalli on rakennuksen tai rakennusprosessin koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus digitaalisessa muodossa. Tietomalliin liittyy myös rakennuksen geometrian määrittäminen ja esittäminen kolmiulotteisesti havainnollisuuden ja erilaisten simulointitarpeiden vuoksi.

ID

ID on tietomallissa sijaitsevan rakenteen (esim. seinä, laatta) eli objektin tunnistetieto. Kun kaikille luoduille objekteille määritellään ID eli tunnistetieto, tietomallissa voidaan määrittää minkä tahansa objektin tarkka sijainti ohjelman luoman määräluettelon kautta.

Mallintaminen

Tietomallin luominen tietokoneohjelmalla.

IFC-tiedosto

IFC-tiedosto on avoin XML-pohjainen tiedostomuoto. IFC-tiedostossa tieto siirtyy, joko parametritietoina, tai geometriana, tai molempina erilaisten tähän tarkoitukseen soveltuvien tietokoneohjelmien välillä.

Panostieto

Panostieto tarkoittaa rakennusprojektin määrälaskennassa rakennusmateriaalin tai työvaiheen rahallista kustannusta yksikköä kohti (€/h, €/m²).

1 JOHDANTO

Rakennusten suunnittelu on 1990-luvun aikana muuttunut käsin piirtämisestä digitaaliseksi CAD-suunnitteluksi. Perinteisestä kaksiulotteisesta CAD-suunnittelusta ollaan siirtymässä kolmiulotteiseen suunnitteluun (3D), joka tällä hetkellä on pääasiassa rakennusten osien muodon kolmiulotteista kuvaamista (visuaalinen 3D-mallintaminen).

Tuotemalli eli tuotetietomalli (product model, product data model) kuvaa tuotteen (eli rakennuksen) rakenteen ja sisältää sen tuottamiseen (suunnitteluun ja rakentamiseen) sekä sen käyttämiseen tarvittavan tiedon. Viime aikoina käytössä on yleistynyt englanninkielinen termi building information model (BIM), mikä kuvaa hyvin sen, että tuotemalli on nimenomaan tietojen malli.

Tietomallintaminen eroaa kolmiulotteisesta (3D) mallintamisesta siten, että CAD-ohjelmilla esitetyn rakennuksen kolmiulotteisen muodon kuvauksen lisäksi tietomalliin liittyy myös rakennuksen osien ja niihin liittyvien tietojen kuvaus. Visuaalisesti tietomalli ilmenee tosin yleensä kolmiulotteisena suunnitelmana, jossa rakenteet kuvataan viivojen sijaan kolmiulotteisina kappaleina, tuoterakenteina.

Tietomallintaminen on kehittynyt viime vuosina voimakkaasti sekä Suomessa että kansainvälisesti. Markkinoille on tullut tehokkaita suunnittelutyökaluja, jotka tukevat tietomallintamista. Moni suunnittelija käyttää jo tietomallintamiseen soveltuvia ohjelmistoja, mutta usein niitä käytetään kuitenkin vielä perinteisellä tavalla piirustusten tuottamiseen.

Tietomallintamisen perustutkimusta on tehty Suomessa jo 1980-luvun lopulta. Tietomallintamiseen perustuvia toiminta-, menettely- ja tiedonhallintatapoja on alettu ottaa käyttöön useissa yksittäisissä rakennushankkeissa 2000-luvulla. Yksittäisistä pilottihankkeista ollaan tällä hetkellä siirtymässä kohti uusia toimintatapoja, joiden vaikutukset ulottuvat koko rakennusalaan (Penttilä, Nissinen, Niemioja 2006).

Skanska Talonrakennus Oy on kehittänyt tietomallintamista oman tuotannon tarpeisiin jo varsin paljon. Arkkitehtimallintamiseen on luotu projektiohje sekä mallintamisohjeistusta ja aloituspohjia on tehty ArchiCAD-ohjelmistolle sekä Revit Architecture -ohjelmistolle. Mallinnusta on hyödynnetty etenkin määrälaskennassa, jossa arkkitehtimalleista pystytään tuottamaan sijainnin mukaan eriteltyä määrätietoa tähän soveltuvan määrälaskentaohjelman avulla. Kaikkiaan määrälaskentaa on tehty Skanskassa jo useiden kymmenien arkkitehtimallien pohjalta. Ensimmäisiä rakennemallinnuksia, muun muassa perustus- ja elementtirakenteita, on jo tehty asuntohankkeisiin Tekla Structures -ohjelmalla, ja niiden käyttöä määrälaskennassa kehitetään edelleen. Tietomallintamisen laajaa käyttöönottoa valmistellaan tällä hetkellä Skanskassa koko Suomeen. Kaikille Skanskan toimialueille muodostetaan tietomallitiimit, jotka vastaavat alueellisesta käyttöönotosta. Käyttöönottoa on tukemassa Skanska Oy:n tietomallintamisen osaamiskeskus.

Opinnäytetyön aiheena on tehdä tietomallit ArchiCAD-mallinnusohjelmalla Lappeenrannan satamassa sijaitsevasta Skanskan kerrostalotyömaasta. Kohteen nimi on As Oy Kuunari, ja siihen lukeutuu kaksi kolmikerroksista kerrostaloa. Mallinnustyön alkaessa kohteessa on jo rakennustyöt aloitettu perustuksien osalta, joten mallin käyttöä ei tulla hyödyntämään käytännön suunnittelussa, jossa mallintamisen paras hyöty tulisi käytettyä. Skanskalla ei ollut kyseisessä urakassa pääsuunnittelijana mallintavaa arkkitehtia, joten mallinnustyö päädyttiin tilaamaan opiskelijan opinnäytetyönä. Työn tarkoituksena on selvittää, kuinka kauan urakkakohteen mallintamiseen kuluisi aikaa. Tämä tieto antaisi selvyyttä kysymykseen, kannattaako kohteita ylipäättänsä mallintaa itse urakoitsijan toimesta vai kannattaako kohteen tietomallinnus teettää suunnittelijalla. Samaan aikaan työn ohella kerätään kokemuksia mallin käyttämisestä itse työmaalla ja näin on mahdollista saada luotua täysin uusia työskentelytapoja ja näkökulmia työmaalle urakointivaiheeseen.

Mallintamisessa on kyse arkkitehtimallista. Kohde mallinnetaan kokonaan perustuksista vesikattoon asti, jotta saadaan visuaalisesti valmis malli, lisäksi mallista saadaan mahdollisimman kattava kuvaus kohteen määristä. Sadevesipois-

tojärjestelmät jätetään mallissa huomioimatta, koska niiden mallintaminen ei ole kovin hyödyllistä määrälaskennan kannalta. Mallin määrälaskennan tuloksia tullaan vertaamaan 2D-piirustuksien pohjalta tehtyyn määrälaskentaan, josta saadaan tärkeää tietoa määrälaskentatapojen eroista sekä etenkin tuloksien eroista. Mallintaminen tullaan käytännössä tekemään kohteesta laadittujen valmiiden pohja-, rakenne-, leikkaus-, taso-, julkisivu- ja asemapiirustuksien avulla.

2 KOHTEEN MALLINTAMINEN

Kohteen molemmat rakennukset on perustettu tukipaaluille. Paaluina on käytetty 250x250 teräsbetonipaaluja. Paalujen päälle on valettu jatkuvat maanvaraiset anturat, joiden päälle asennetaan sokkelielementit. Rakennuksien kantavat rungot ovat teräsbetonielementtejä ja holvit ovat paikalla valettuja. Molemmat rakennukset ovat 3-kerroksisia ja niissä on tuulettuvat alapohjat, jotka on toteutettu ontelolaatoilla. Rakennuksien julkisivut ovat Lappeenrannan satama-alueen henkeä kunnioittavia punatiilimuurattuja ja katot mustaa konesaumattua peltiä (Kuva 1.)



Kuva1. As Oy Kuunari

Mallintamisessa tärkeimmässä osassa olivat pohja-, julkisivu- ja rakennetyyppi-
piirustukset. Näiden pohjalta kohde saataisiin jo melko pitkälti mallinnettua, mut-
ta toki hyvän lopputuloksen saamiseksi tarvitaan myös rakenneleikkauksia ja
ehkä myös asemakaavapiirustusta. Mallinnus pyydettiin tekemään osaltaan
myös työmaan määrälaskentaa silmällä pitäen, eli mallin ei tarvitsisi olla yksi-
tyiskohtaisen tarkka malli lopputuloksesta, vaan tärkeämpää on, että mallista
saadaan määrälaskennallisesti tärkeimmät tiedot, kuten pinta-alat, kuutiometrit
sekä juoksumetrit. Rakennukset on perustettu paaluille, mutta paaluja ei ole
tarpeellista mallintaa. As Oy Kuunarin alueelle sisäpihalle rakennetaan vielä
talousrakennus, mutta mallintamisen alkuvaiheessa rakennus oli vasta suunnit-
teilla. Siitä ei ollut vielä täydellisiä piirustuksiaakaan valmiina, joten talousraken-
nusta ei otettu mallintamiseen mukaan.

Ennen mallinnukseen ryhtymistä perehdyin rakennuksen pohjapiirustuksiin ja
julkisivukuviin. Tarkoitukseni oli saada kohteesta kattava kokonaiskuva ja löytää
erityispiirteitä, jotka voisivat vaikuttaa mallintamiseen. Kohteen toinen talo (jos-
sa väestönsuoja sijaitsee, kutsun tätä taloa raportissani Talo 1:ksi) oli pohjarat-
kaisultaan hyvin mielenkiintoinen, melkein U-kirjaimen muotoinen. Talo 1:n pisin
sivu on samansuuntainen (pohjois-eteläsuuntainen) kuin Talo 2:n. Talo 1:n ete-
läpäädyistä rakennus jatkuu lännen suuntaan suorassa kulmassa ja sieltä vielä
11° asteen kulmassa luoteeseen. (Kuva 2)



Kuva 2. Talo 1

Talo 2 on yksinkertaisempi L-mallinen rakennus. Pisin sivu on etelä-pohjoissuuntainen ja jatkuu pohjoispäädystä länteen suorassa kulmassa. (Kuva 3)



Kuva 3. Talo 2

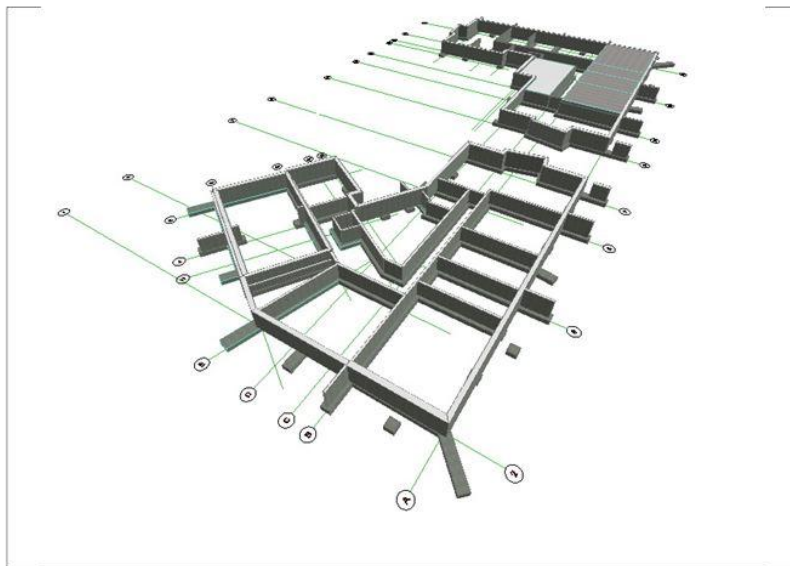
Talo 1:n erikoinen pohjaratkaisu johti siihen, että loin mallintamisen avuksi itseleni samanlaisen moduuliverkon ArchiCADIin, jonka pääsuunnittelija oli luonut pohjapiirustuksiin. Tällä tavalla oli helpoin tapa mallintaa rakennuksien perusrakenteet sekä myöhemmin koko kokonaisuus, kun mitat ja kulmat olivat alusta lähtien oikein.

Ensimmäinen työvaihe itse mallintamisen aloittamisessa on asettaa projektin kerrosasetukset ArchiCADIin oikein. Piirustuksista otin selville kerroksien lukumäärät sekä korkeuserot ja asetin ne projektin suunnittelutietoihin. Kun kerrosasetukset ovat kohdallaan, saadaan valmiista mallista tuotettua valmiit pohjakuvat jokaisesta kerroksesta sekä päästään helposti tekemään mitä tahansa muutoksia mallin sisällä.

Rakennetyyppien ja leikkauspiirustuksien avulla loin ArchiCADiin samanlaiset elementit ja rakennetyypit kuin ne todellisuudessa tulevat olemaan. Perusmuurielementit sekä ulkoseinärakenteet tein suoraan malliin yksinä elementteinä, vaikka esimerkiksi ulkoseinissä oli rakenteena julkisivumuuraus, paikalla tehty puurunko ja kantavissa ulkoseinäpäädissä lisäksi kantava betonielementti, sen sijaan, että olisin mallintanut kaikki rakennekerrokset erikseen omana rakennetyypinä (muuraus omana rakennetyypinä, puurunko omana jne.). Pienimmät ja vähäpätöisemmät rakenteet (kuten koristemuuraukset ja parvekkeiden pielirakenteet) mallinsin suoraan rakenteina, enkä luonut näitä varten omaa rakennetyypää. Kuitenkin kaikille rakenteille annoin ohjelmassa oman ID:n, eli tunnusteen, joka auttaa löytämään jokaisen rakenteen määrälaskentalistasta aina kun tarvetta on. Tunnusteen tulee olla mallinnettavaan objektiin nähden johdonmukainen, jotta se olisi yksiselitteisesti tunnistettavissa mallista sekä siitä saatuja määriä tutkittaessa. ID:n antaminen auttaa myös jatkossa erottelemaan määräluettelossa rakenteet toisistaan kun määriä lasketaan yhteen.

Projektin alkuasetusten määrittämisen jälkeen päästiin aloittamaan itse mallintaminen. Mallintamisen aloitin rakennuksen perustuksista, anturoista sekä perusmuureista (Kuva 4).

ArchiCAD-opiskelijaversio, ei saa myydä edelleen. Käyttö sallittu Graphisoftin ehtojen mukaisesti.

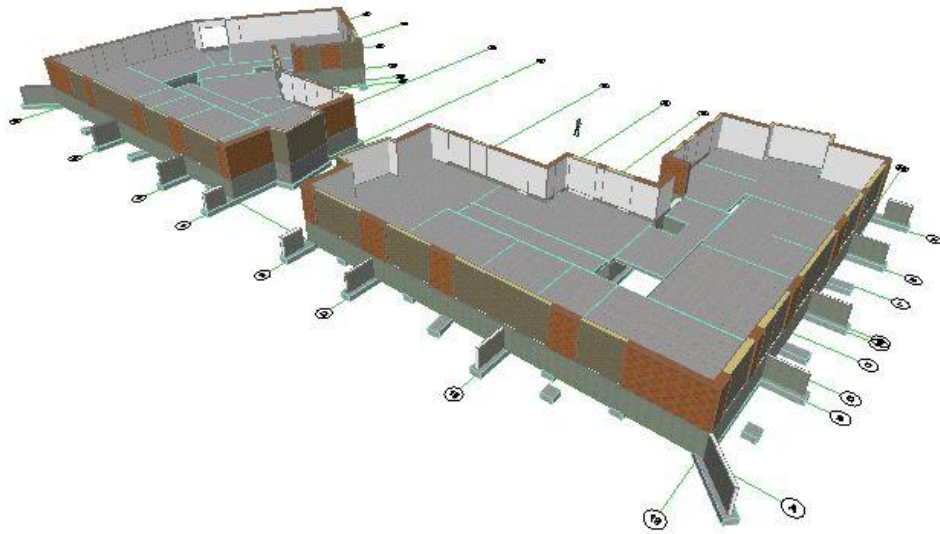


GRAPHISOFT.

Kuva 4. Kohteen perustukset

Mallintaminen oli helppo aloittaa, kun olin luonut pohjalle tarkan moduuliverkon rakennuspiirustusten mukaisesti. Etenin mallinnuksessa tasaisesti molempien talojen mukaan mallintaen kerros kerrallaan. Ensin mallinsin ensimmäisen talon perustukset ja tämän jälkeen siirryin toisen talon perustuksiin. Tasaisesti etenemällä jatkoin koko projektin ajan.

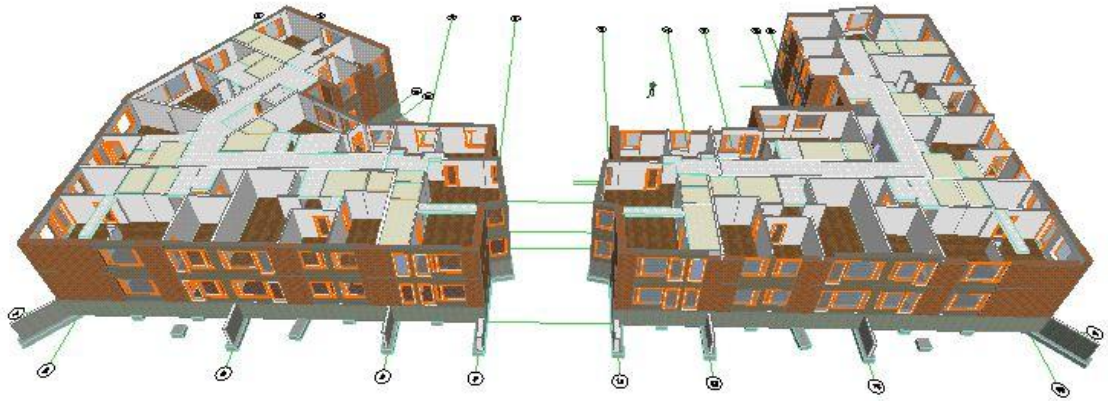
Rakennuksen runko toteutetaan kantavilla betonielementeillä ja paikallavaluholvilla. Poikkeuksena rakennustapaan on ensimmäisen kerroksen lattia molemmissa rakennuksissa, jotka tehdään ontelolaatoilla (Kuva 5).



Kuva 5. Ontelolaattakentät ja rakennuksien ulkoseinät

Molempiin rakennuksiin tulee tuulettuvat alapohjat, joten se oli helpointa toteuttaa ontelolaatoilla. Talo 1:een tulee asuntoyhtiön väestönsuoja. Ensimmäisen ja toisen kerroksen mallinsin pohjakuvien mukaan melko tarkasti kylpyhuoneiden laaioituksia myöten, mutta kolmannen kerroksen jätin väliseinien ja muun kerrossisällön kannalta tyhjäksi, koska talojen kolmannet kerrokset ovat täysin

identtiset toisen kerroksen kanssa ja näin määrälaskennan kannalta määrät saataisiin kyllä laskettua kertomalla toisen kerroksen määrät kahdella (Kuva 6).



Kuva 6. 1. ja 2. kerros valmis

Vesikaton mallinnuksessa poikettiin rakennuspiirustuksista. Alkuperäisissä suunnitelmissa molempien rakennuksien ullakoille oli suunniteltu rakennettavaksi IV-konehuoneet, joiden katot tulisivat tasakattoiseksi. (Kuvat 7 ja 8) Suunnitteluvaiheessa kuitenkin huomattiin, että tasakatto olisi ongelmallinen ratkaisu. Rakennuksiin tulisi tämän johdosta rakentaa sisäpuolinen vedenpoisto, tasakattoisen katon tuuletuksen riittävä järjestäminenkin olisi ongelmallista sekä katoille tulisi vielä hyvin monimutkaisia kaatojen järjestelyjä, jotka olisivat rakennusteknisesti työläitä ja täten hyvin kalliita. Näistä syistä katoilta päädyttiin poistamaan IV-konehuoneet kokonaan. Kohteen arkkitehti vaati kuitenkin rakennuksien julkisivuja pysymään muuttumattomana, joten sain opinnäytetyössäni lisätehtävän laatia talojen vesikatoista luonnoksen, jossa talojen julkisivut pysyvät muuttumattomina, mutta konehuoneet poistetaan ja katot toteutettaisiin normaaleilla kaadoilla.

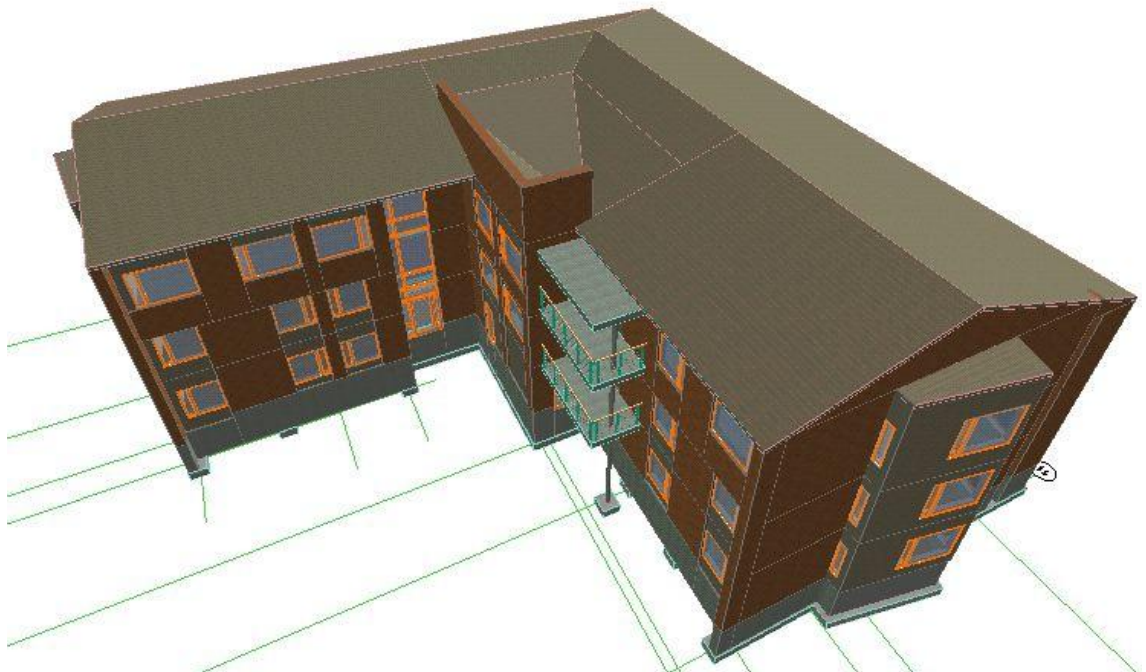


Kuva 7. Talo 1:n vesikatto arkkitehdin pienoismallin mukaan



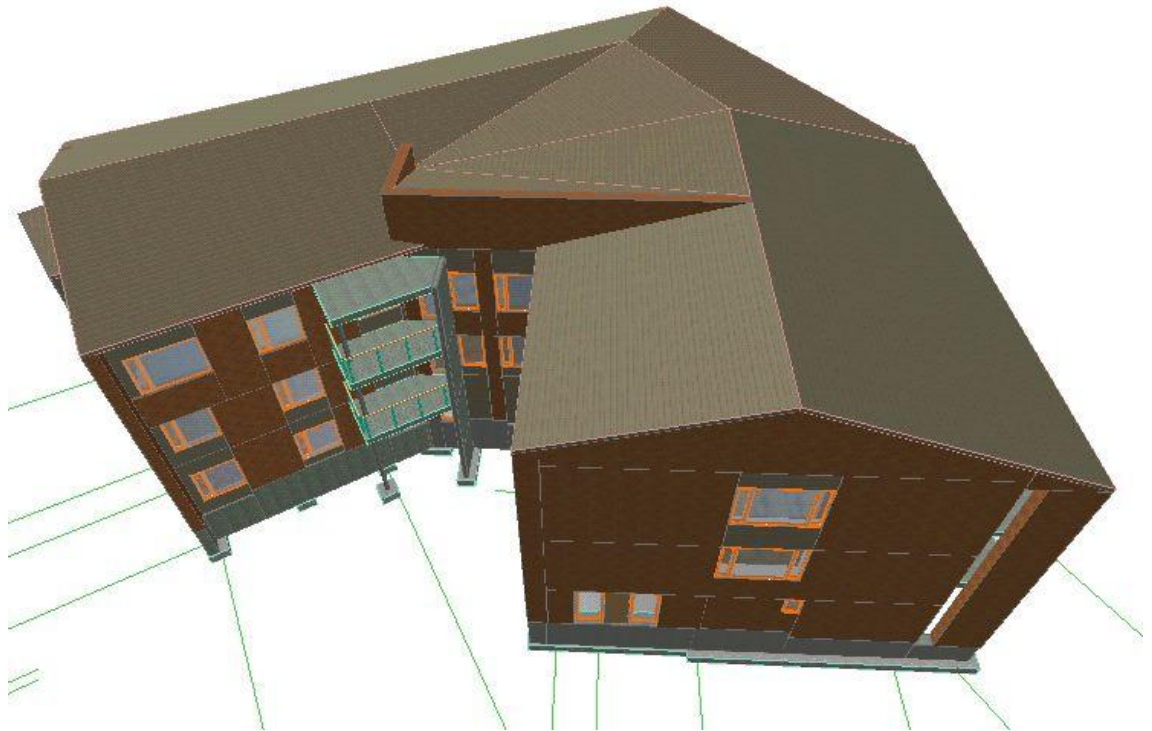
Kuva 8. Talo 2:n vesikatto arkkitehdin pienoismallin mukaan

Omassa näkemyksessäni pyrin säilyttämään vesikattojen omia kaltevuuksia mahdollisimman pitkälle sekä luomaan yksinkertaisia ja toimivia kaatoja vedenpoiston kannalta. Oman hankaluutensa ongelmanratkaisuun toi konehuoneiden sijainti kattojen sisäjiirien kohdilla, koska sisäpihan puoleisten kattojen lappeiden kaltevuudet eivät täsmäisi keskenään yhdistyessään. Sain kuitenkin ongelmat ratkaistua. Talo 2:n katon sain ratkaistua ilman julkisivun muutoksia saattamalla sadevedet lopulta katon sisäjiiristä sisäpihan puoleisen lappeen räystäskouruun huoneistoparvekkeen yläpuolella (Kuva 9).



Kuva 9. Talo 2:n vesikattoratkaisu

Talo 1:n julkisivuun täytyi tehdä pieni muutos. Vanhan IV-konehuoneen pitkä seinä täytyi tuoda katon lappeelta katon harjalle saakka, jotta katon jiirissä kaltevuudet saadaan täsmäämään (Kuva 10). Sadevedet johdettaisiin sisäjiiristä Talo 2:n kaltaisesti sisäpihan puoleisen lappeen räystäskouruun huoneistoparvekkeen yläpuolella.



Kuva 10. Talo 1:n vesikattoratkaisu

Mallinnus on tämän jälkeen saatu päätökseen ja mallia voidaan alkaa käyttää jatkojalostukseen (kuva 11).



Kuva 11. Valmis malli

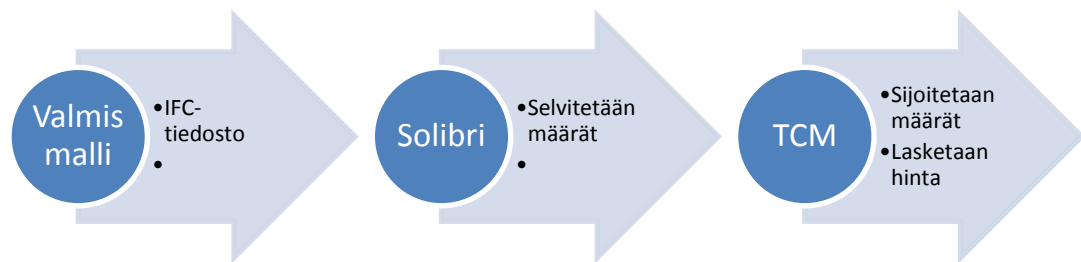
3 MALLIN JALOSTAMINEN

Skanska Talonrakennus Oy on kehittänyt kohteidensa mallintamisen kehittämistä varten oman järjestelmänsä tietomallien käsittelemiseen. Skanska käyttää mallien tutkimista varten Solibri Model Checker- sekä Tocoman määrälaskentaohjelmia.

Solibri Model Checker on ohjelmasovellus, joka analysoi tietomallien pätevyyttä sekä fyysistä oikeellisuutta. Tietomallia tutkitaan visuaalisesti kuten ArchiCAD:ssä, mutta ohjelma tarjoaa myös mahdollisuuden rakennuksen läpivalaisuun, joka paljastaa mahdolliset rakenteelliset viat, mallin heikot kohdat sekä rakennusosien yhteentörmäykset tai päällekkäisyydet. (Solibri, Inc.)

Tocoman on vuonna 1989 perustettu rakennusalan IT-ohjelmistojä, kustannustietoja ja laskentapalveluita tarjoava yritysryhmä. Tocoman-ohjelmistotuotteilla hallitaan rakennushankkeen määrätiedot ja kustannukset koko elinkaaren ajan aina luonnoksista kiinteistönpitoon. (Tocosoft Oy.)

ArchiCAD- ohjelmalla tehty arkkitehtimalli tallennetaan IFC-tiedostoksi, joka saadaan siirrettyä sähköisesti Solibri Model Checkeriin. Solibrissa mallista saadaan esimerkiksi luotujen objektien määrätiedot summattuna hyvin yksinkertaiseen muotoon. Solibrista saadut määrätiedot siirretään suoraan TCM-kustannuslaskentaohjelmaan.



Kaavio 1. ArchiCAD-mallin jalostaminen käytäntöön

Skanska on asettanut TCM-ohjelmassa panostiedot valmiiksi elementtien, välinien, laatoituksien ja monien muiden työvaiheiden osalta ja kun Solibrista tiettyjen työkohteiden määrä- tai laajuustiedot siirretään suoraan TCM-ohjelmaan, tämä laskee jokaisen työn tekemiselle tarkan hinnan. (Kaavio 1) Hyvin laaditun arkkitehtimallin kautta voidaan saada näin selville jopa 70 % hankkeen todellisista kustannuksista. Kun tiedetään hankkeen määrälliset kustannukset, voidaan käydä suunnittelemaan tuotannon vaiheita.

Opinnäytetyössä mallia tutkittiin myös ArchiCAD-ohjelman oman määrälaskentamenetelmän kautta. ArchiCAD-ohjelma tuottaa jokaisesta luodusta objektista reaaliaikaisesti luetteloita, joista löytyy määrätietoja, objektitietoja sekä sijaintitietoja. Ohjelma tuottaa luettelot eritellysti laatoista, seinistä, katoista, ovista, ikkunoista, pilareista sekä palkeista. Jokaisen luettelon sisällön pystyy yksilöidysti valitsemaan, mitä tietoja kustakin kohteesta haluaa tietää ja luetteloiden sisällöt muuttuvat automaattisesti. Luettelon sisältä pääsee myös tarkastelemaan objektin sijaintia joko pohjakuvassa tai myös suoraan 3D:ssä. Mallia luodessa saattaa unohtua nimetä joku tietty objekti, jolloin ohjelma antaa objektille oman ID:n. Tämän virheen huomaa heti luetteloita selatessa, ja valitsemalla ”virheobjekti” pääsee suoraan joko pohjakuvan kautta tai 3D:ssä tarkastamaan, mistä objektista on kyse, ja näin virheen voi korjata välittömästi. Luetteloita pys-

tyy tallentamaan Word- sekä PDF-tiedostoiksi esimerkiksi raportointia varten sekä Excel-tiedostoiksi, jos haluaa laskea määriä yhteen tarkemmin tai luettelon sisällä eritellysti. Työssäni tein oman määrälaskennan ArchiCADin omista määräluetteloista sekä muokkasin ne Excel-sovelluksessa helposti ymmärrettävään muotoon.

Mallin vertaileminen käytäntöön

Skanska on tehnyt oman määrälaskentansa Kuunarista perinteisellä tavalla pohjakuvista mittaamalla ja laskemalla. Työn yhtenä osa-alueena oli tehdä määrälaskentavertailu käsilaskentamäärien ja ArchiCAD-määrien välillä. Tarkoituksena oli tarkastella tuloksien yhteneväisyyttä ja/tai eroavaisuutta.

Rakennuksien suuria kokonaisuuksia laskettaessa tulokset osuivat melko hyvin yhteen. Perustuksien ja väli- sekä yläpohjien betonikuutiot osuvat hyvin lähelle toisiaan kuten myös paikallavalurakenteiden muottineliöt. Elementtien osalta neliöissä ja juoksumetreissä oli pientä eroa, perusmuurielementtien (lue edellä olevat määrät; Kuunari – ArchiCAD) juoksumetrit 116,27 jm – 113,53 jm ja elementtineliot 192 m² – 189 m². Samansuuruisia poikkeamia oli myös väliseinäelementtien ja rakennuksien kantavien elementtien määrissä. Suurin ja karkein määrälaskentaeroavaisuus tuli ilmi ontelolaattojen määrissä. Skanska on laske-
nut molempiin taloihin menevän yhteensä 1116 m² ontelolaattoja kun ArchiCADin mukaan ontelolaattojen menekki on yhteensä 954,4 m². Ontelolaattojen tuloksissa luotan ehdottomasti ArchiCADin antaman määrän oikeellisuuteen, sillä mallissa ontelolaatat ovat mallinnettu hyvin tarkasti oikeille paikoilleen. Virhe on hyvin silmiinpistävä ja kustannusten kannalta vaarallinen, jos työmaalle lähdetäisiin tilaamaan 160 m² ylimääräisiä ontelolaattoja.

Määrälaskennan eroja selittää omalta osaltaan mallintamisen tarkkuus sekä myös mahdolliset käsinlaskijan virheet. Vaikka yritinkin mallintaa hyvin tarkasti piirustuksien mukaan, eivät välttämättä esimerkiksi seinien korkeudet ole mallissa täysin oikeat. Seinien korkeuksissa voi olla todelliseen tilanteeseen esimerkiksi 3 cm:n ero, ja tämä aiheuttaa esimerkiksi satojen juoksumetri-
määrässä jo monien neliöiden virheen. Myöskään märkätilalaatoitusten ja vaikkapa

jalkalistojen osalta ei päästä tarkkoihin määriin ellei lähdetä todella yksityiskohtaiseen mallintamiseen, eikä tämä välttämättä ole edes loppujen lopuksi tarpeellista. Arkkitehtimallissa päästään suurien kokonaisuuksien osalta hyvin tehokkaasti kokonaismääriin käsiksi, mutta yksityiskohtien mallintaminen on hyvin aikaa vievää hyötyihin verrattuna. Projektin alkuvaiheessa, ennen kuin mallintaminen aloitetaan, tulisi sopia melko tarkasti, mihin tarkoitukseen mallia tullaan käyttämään sekä kuinka tarkasti kohde mallinnetaan, jotta mallista ja mallinnuksesta saataisiin paras mahdollinen hyöty irti.

4 MALLIN KÄYTTÄMINEN TYÖMAAOLOSUHTEISSA

Kuunarin rakennuksista luotu tietomalli saatiin työmaan käyttöön jo varsin aikaisessa vaiheessa rakennustöitä. Työmaa oli molempien rakennusten osalta 1. kerroksen holvivaluvaiheessa (Kuva 12).



Kuva 12. Talon 2 1. kerroksen holvivalu

Mallia tulitaisiin käyttämään työmaalla hyväksi määrälaskennassa, visualisoinnissa ja työmaan suunnittelussa projektin edetessä. SKANSKAlla on työmaalla käytettävissä ArchiCAD-, Solibri- sekä Tekla Structures-ohjelmat. Työmaan työnjohdossa oli tuolloin myös Saimaan ammattikorkeakoulusta valmistuva opiskelija, jolla oli täydet valmiudet perehtyä käytössä olevaan malliin, joten mallia päästään käyttämään parhaalla mahdollisella tavalla hyödyksi.

Mallista oli työmaalla hyötyä tuotantovaiheen määrälaskennassa. Mallista saadaan ulos nopeasti esimerkiksi paikallavaluholvien betonikuutiot, seinien levytysneliöt ja muuta vastaavanlaista hyötyä määriä laskettaessa. Malli myös vähensi työnjohtajan työtä havainnollisuuden ansiosta, koska mallista voidaan näyttää työvaihe valmiina tai valmis työvaihe voidaan nopeasti jopa luoda ohjelmalla ja myös tulostaa.

5 PÄÄTELMÄT

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä ArchiCad-tietomallit Skanskan omaperustaisen rakennustyömaan kahdesta kerrostalosta Lappeenrannassa. Työssä mitattiin itse mallinnukseen kuluvaa aikaa. Tarkoituksena oli tutkia sellaista mahdollisuutta, että tulevaisuudessa kohteita voitaisiin mallintaa itse urakoitsijan toimesta siten, ettei mallinnukseen tarvittaisi esimerkiksi arkkitehtiä lainkaan.

Työstä syntyneitä tietomallia vertailtiin myös käytännössä määrälaskennassa kohteen käsin laskettuihin määriin, jotta saataisiin vertailupohjaa näiden kahden määrälaskentatavan tarkkuuksista, suuruusluokista ja myös ajan käytöstä.

Malli oli myös käytettävissä SKANSKAN työmaalla ja tästä kerättiin käytännön kokemuksia; miten sitä käytetään tuotantovaiheessa hyväksi sekä mitä muita mahdollisia hyötyjä mallin käyttäminen tuo tullessaan.

Kohde mallinnettiin perustuksista lähtien rakenne- ja arkkitehtikuvia tutkimalla, ja näiden tietojen perusteella saatiin luotua varsin todenmukainen tietomalli. Kohteen rakennukset ovat pohja-alaltaan varsin samaa luokkaa, ja molemmissa

rakennuksissa on kolme asuinkerrosta pohjakerros mukaan lukien. Molemmat rakennukset mallinnettiin ns. yhtä aikaa, eli kun olin mallintanut toisen rakennuksen perustukset, siirryin tämän jälkeen toisen talon perustuksiin. Tällä tavoin jatkoin, kunnes mallinnustyö oli valmis, ja tähän kului aikaa yhteensä 110 h. Tämä on työhön kulunut kokonaisu-aika, johon sisältyy piirustusten tutkimiset ja itse mallintaminen. Koska rakennukset kooltaan ovat melko samanlaiset, voidaan kuvitella yhteen taloon kuluneen aikaa 55 h. Yhteen taloon kulunut mallin-nusaika veisi siis noin 1½ työviikkoa, joten molempien talojen mallinnukseen menisi yhteensä noin 3 viikkoa. Aikaa pohdittaessa tultiin siihen tulokseen, että tällä hetkellä on vielä tarpeellisempaa jatkaa mallintavalla arkkitehdillä, kuin että malleja ryhdyttäisiin tuottamaan itse tuleviin kohteisiin.

Mallista saatuja määrälaskelmia vertailtiin piirustuksista käsin laskettuihin määriin, ja molemmista saadut tulokset ovat melko lähellä toisiaan. Suurin ero havaittiin ontelolaattojen määrissä. Piirustuksista lasketuissa ontelolaattamäärissä oli noin 160 m² ylimääräistä. Mallin ontelolaattakentät oli tehty rakennekuvien mukaan ja näin ollen malli ilmoitti myös luotettavamman lukeman. Tosin Skanska käyttää AchiCADin lisäksi rakennushankkeiden suunnittelu- ja laskentavaiheissa hyväksi myös Tekla Structures -ohjelmaa ja Solibria yhdessä, jossa elementit nähdään niiden oikeille paikoille, joten mahdollisuus ylimääräisten ontelolaattojen tai elementtien tilaamiseen työmaalle on kuitenkin todella pieni. Neliömäärän poikkeavuus on kuitenkin hyvä osoitus tietomallintamisen hyödyllisyydestä kohteen visualisoinnissa. Elementit ja rakennusosat pystytään näkemään niiden oikeilla paikoilla ja virrehankintojen määrä pystytään varmemmin eliminoimaan.

ArchiCAD-ohjelman määrälaskentamahdollisuus jättää tosin vielä parantamisen varaa. Yksinkertaisuudessaan ArchiCADissa malli luodaan luomalla seiniä ja laattoja. Esimerkiksi talon antura voidaan luoda joko käyttämällä laattakursoria tai seinäkursoria. Täytyy vain asettaa (korkeus, paksuus, leveys yms.) tiedot oikein ja objekti on valmis. Määräluettelot (jossa voidaan luettelon sisäisesti valita mitä tietoja luetteloon halutaan näkyviin, esim. m³, m², jm) eritellään sen mukaan, millä rakennustyökalulla objekti on luotu (laattaluettelo, seinäluettelo). Ohjelma luo määräluettelon kaikista malliin tehdyistä objekteista, mutta ei esi-

merkiksi laske saman ID:n omaavia objekteja yhteen, vaan selkeästi erittelee jokaisen objektin aakkosjärjestykseen ID:n mukaan. Tässä kohtaa asia mutkistuu erityisesti seiniä mallinnettaessa. Mitä suurempi mallinnuskokonaisuus on kyseessä, sitä varmemmin kohteesta voi löytyä jopa useita kymmeniä erilaisia seinärakennetyyppejä ulkoseinärakennetyypeistä väliseinärakennetyyppeihin. Koska seinät luonnollisesti luodaan seinäkursoria hyväksikäyttäen, myös seinämääräluettelo päivittyy sitä mukaa. ArchiCADissa ei ole olemassa eriteltyä määräluetteloä väliseinille, ulkoseinille tai muille seinätyypeille. Ohjelma luo vain yhtä seinäluetteloä, johon tallentuu koko valmiin mallin kaikki seinätyypit. Yhden ulkoseinän ID voi olla esimerkiksi US1 001. Jotta voidaan saada kaikki US1-seinien määrätiedot selville, joudutaan ensin haravoimaan luettelosta (jossa on kymmeniä seinätyyppejä) kyseinen seinätyypin esille, sen jälkeen viemään tiedot Exceliin ja siellä summaamaan kyseisen seinätyypin, esimerkiksi US1 001 – US1 065 (eli 65 kpl US1-objektia), kaikki määrätiedot yhteen. Tämä kaikki tiedon kerääminen on melko vaivalloista vielä ArchiCAD-ohjelmalla, mutta ehkä kuitenkin jopa nopeampaa kuin pelkästään piirustuksista käsin mittaamalla laskea määriä yhteen. Kyseessä voi hyvinkin olla tottumiskysymys, mutta tämän prosessin opettelu oli melko vaivalloista. Kenties tämäkin asia kehittyy vielä ArchiCAD-ohjelman kehittyessä.

Kohteen tietomallia päästiin käyttämään työmaalla monin puolin hyödyksi. Tuotantovaiheen määrälaskennassa mallista oli suurta hyötyä ja se tuotti selkeää ajansäästöä, koska tieto löytyy mallista hyvin nopeasti. Malli vähentää myös työnjohtajan käytännön työn ohjausta, kun tilannetta pääsee tutkimaan ja havainnollistamaan visuaalisesti. (Kuvat 13 ja 14)



GRAPHISOFT.

Kuva 13. Havainnekuva valmiista julkisivusta



Kuva 14. Valmis julkisivu

Mallin tekemisen alkuvaiheessa annettiin tehtäväksi ehdottaa molempien rakennuksien vesikattoratkaisua arkkitehdilta tulleen muutoksen johdosta. Vesikattoa ei kuitenkaan ratkaistu, kuten mallissa oli ehdotettu, vaan vesikatto rakennettiin rakennesuunnittelijalta tulleiden piirustusten mukaisesti.

Malli muodostuu työmaan kannalta erityisen hyödylliseksi, kun siihen päästään lisäämään LVI-tekniikka. Tämä on erittäin hyödyllistä siksi, että nähdään jo etukäteen tarvittavat läpivientien paikat sekä mahdollisesti liian ahtaiksi jäävät asennuspaikat ja pystytään hyvissä ajoin keksimään ratkaisut kaikkiin ongelmiin. Mallista päästään näkemään myös korot, joka helpottaa huomattavasti käytännön töiden suunnittelua työmaalla.

Etenkin nykypäivänä suurempien rakennusprojektien siirtyessä tietomallinnuksen ympärille tietomallien käyttäminen työmaalla herättää kysymyksen, tarvitaanko lisäkoulutusta mahdollisesti tulevaisuudessa etenkin vanhempien työnjohtajien keskuudessa. Nykytrendi rakennusalalla siirtyy yhä vahvemmin tietomallinnuksen pariin sen kiistattomien etujen aikaansaamana projektin läpiviemisessä. Mallinnuksen siirtymistä työmaalle saattaa jarruttaa työvoiman kokemattomuus ja asenteet mallien käytöstä. Työmaan näkökulma asiaan oli, että kysymys on melko tapauskohtainen. Ohjelmia oppii kyllä käyttämään melko nopeasti, kun niiden kanssa työskentelee, ja etenkin, jos työmaalla on nuorempia työnjohtajia, joilla tietotekniikan käyttö on nykypäivää, syntyy helposti tilanne, jossa mallin käsittely ja sieltä tiedon kerääminen on nuorempien työnjohtajien tehtävä. Eikä tämä ole ollenkaan negatiivinen asia. Kun työmaalla on esimerkiksi vastaavan työnjohtajan parina toinen henkilö, joka taitaa ohjelmien käytön, jää vastaavalle työnjohtajalle aikaa keskittyä työmaan kannalta keskeisiin asioihin.

Työmaalta tulleessa palautteessa toivottiin tarkennusta mallintamiseen, jota pystyy aina parantamaan. Mallista olisi toivottu nähdä elpo-hormien paikat, joita ei mallista käynyt ilmi. Tämä oli tosiaan mallintajan virhe; hormielementit jäivät epähuomiossa mallintamatta. Malli oli kuitenkin hyvä ja sitä pystyttiin käyttämään työmaalla hyödyksi. Sopimalla selkeät linjat siitä, kuinka malli tehdään ja mihin sitä pääasiassa käytetään, pystytään tekemään entistä tarkempia tietomalleja, jotka palvelevat tarkoitustaan erinomaisesti.

6 POHDINTAA

Tietomallinnusohjelmat kehittyvät jatkuvasti. Ohjelmien kehitysvauhti on itse asiassa todella nopeaa. Joidenkin mielestä jopa liian nopeaa, koska tämä luo, jos ei suorastaan ongelmia, niin ainakin haasteita projektien aikana. Normaalit rakennusprojektit vievät aikaa suunnittelupöydältä rakennuksen valmistumiseen jopa useamman vuoden. Tietomallinnusohjelmat sen sijaan päivittyvät jopa muutamien kuukausien välein ja ohjelmien uudet versiot tulevat markkinoille jopa vuoden välein. Jos ohjelma päivitetään uuteen versioon kesken projektin kulun, projektia ei voi viedä loppuun uudella versiolla. Vanhan version tiedosto ei aukea täydellisenä uudessa ohjelmassa ja päinvastoin. Kun projektia aletaan suunnitella tietomallinnusta hyväksi käyttäen, tulee osallisten sopia heti aluksi mitä versioita ohjelmista käytetään alusta loppuun saakka. Päivitetyillä ja vanhoilla versioilla tehtyjen mallien yhteensovittaminen voi olla haasteellista.

Huomion arvoista on myös mainita, että suurien rakennusprojektien ja kompleksien mallintaminen alkaa vaatia myös tietokoneilta huomattavaa suorituskykyä. Omassa opinnäytetyössäni huomasin, että 3D-mallin tutkiminen käy jo melko raskaaksi. Mallin tutkiminen sekä piirtäminen 2D-pohjalla ei tuottanut ongelmia, mutta siirryessäni 3D-näkymään sain aina (mallintamisen lähestyessä loppua) odottaa ehkä pari minuuttia, jotta näkymä aukesi toimintavalmiina näytölle. Koska olin mallintanut kohteen molemmat rakennukset samalle pohjalle samaan tiedostoon, siihen luotiin satoja objekteja, joita tietokoneen täytyy käsitellä samanaikaisesti, ja tämä käy raskaaksi. Tulevaisuudessa onkin syytä miettiä mallinnuskohteen kokoa jouhevan työskentelyn varmistamiseksi ja optimoida mallinnustehokkuus esimerkiksi luomalla samasta projektista eri rakennukset omille mallinnuspohjille eri tiedostoihin.

Tänä päivänä on hyvin selvää, että tietomallintamisella on selkeä kysyntä ja tulevaisuus. Suomessa tietomallintamista on otettu käyttöön 2000-luvun alusta pääasiassa pääkaupunkiseudun kohteissa. Tietomallintaminen on kehittynyt tasaisesti koko 2000-luvun ajan. Suurimmat suunnittelutoimistot ja urakoitsijat ovat ottaneet tietomallintamisesta koituvat hyödyt käyttöönsä, mutta ilmiö ei ole ollut valtakunnallinen ennen nykypäivää. Esimerkiksi Itä-Suomessa vasta vuo-

den 2010 jälkeen rakennuttajat ja jossain määrin myös tilaajat ovat alkaneet vaatia kohteidensa mallintamista. Suunnittelutoimistot sekä urakoitsijat pyrkivät vastaamaan tähän kysyntään kouluttamalla omia suunnittelijoitaan ja työntekijöitään tietomallintamiseen. Oman opinnäytetyöni tutkimusten perusteella ja eri rakennusliikkeiden edustajien kanssa keskusteltuani voin sanoa, että SKANSKA Talonrakennus Oy on selkeä edelläkävijä rakennusurakoitsijoiden tietomallintamisessa ainakin Lappeenrannan alueella. SKANSKA on kehittänyt omaa tietomallinnusta ja siihen liittyviä toimintatapoja valtakunnallisella tasolla, joten uskon, että he nauttivat tällä hetkellä selkeää kilpailuetua muihin urakoitsijoihin nähden. Tietomallintaminen rakennushankkeissa vaatii joltain osin kokonaan uusia työskentelytapoja ja uusia lähestymistapoja, joten on selvää, ettei tietomallintaminen ole yleistynyt valtakunnalliselle tasolle hetkessä. Myös vanhat työskentelytavat ja asenteet vaikuttavat vahvasti uusien toimintatapojen esiin tuloon ja käyttöönottoon. Tietomallinnuksen tuomat hyödyt, joista mainittakoon muun muassa määrätiedot, pääpiirustuksien luominen, työkokonaisuuden visuaalinen tutkiminen ja tämän kautta myös aikataulujen luominen, ovat niin suunnittelijoille kuin myös urakoitsijoille kiistattomia etuja, jotka helpottavat kaikkia hankkeeseen osallistuvia. Rakennusalalla sanotaan, että aika on rahaa. On selvää, että tietomallintaminen rakennusprojektissa säästää aikaa ja tekee hankkeen läpiviemisestä tehokkaampaa kaikille osapuolille. Ajan säästö ja tehokkuus ovat nykyään urakoitsijoille entistä tärkeämpiä, joten tietomallinnuksen käyttöönotto ja opettelu ovat varmasti sen arvoisia.

KUVAT

Kuva 1. As Oy Kuunari, s.8

Kuva 2. Talo 1, s. 9

Kuva 3. Talo 2, s.10

Kuva 4. Kohteen perustukset, s. 11

Kuva 5. Ontelolaattakentät ja rakennuksien ulkoseinät, s. 12

Kuva 6. 1. ja 2. kerros valmis, s. 13

Kuva 7. Talo 1:n vesikatto arkkitehdin pienoismallin mukaan, s. 14

Kuva 8. Talo 2:n vesikatto arkkitehdin pienoismallin mukaan, s. 14

Kuva 9. Talo 2:n vesikattoratkaisu, s. 15

Kuva 10. Talo 1:n vesikattoratkaisu, s. 16

Kuva 11. Valmis malli, s. 16

Kuva 12. Talo 2 1.kerroksen holvivaihe, s. 20

Kuva 13. Havainnekuva valmiista julkisivusta, s. 24

Kuva 14. Valmis julkisivu, s. 24

KAAVIOT

Kaavio 1. ArchiCAD-mallin jalostaminen käytäntöön, s. 18

LÄHTEET

Penttilä, H., Nissinen, S. & Niemioja, S. 2006. Tuotemallintaminen arkkitehtisuunnittelussa. Helsinki: Rakennustieto Oy

Tocosoft Oy

<http://www.tocoman.fi> (Luettu 1.8.2011)

Solibri, Inc.

<http://www.solibri.com> (Luettu 1.8.2011)